

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2000115911 A

(43) Date of publication of application: 21.04.00

(51) Int. Cl

B60L 11/14

F02D 29/02

F02D 29/06

(21) Application number: 10280629

(22) Date of filing: 02.10.98

(71) Applicant: NISSAN MOTOR CO LTD

(72) Inventor: KITAJIMA YASUHIKO
ITOYAMA HIROYUKI
DEGUCHI YOSHITAKA

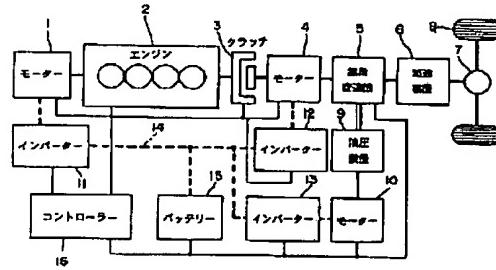
(54) CONTROLLER FOR HYBRID VEHICLE

start, or convergence to a target rotating speed after the start.

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To start an engine swiftly, and to reduce vibration by causing a controller to perform torque control in a specified rotation range, and to perform rotating speed control in a rotation range other than this, at the time of an engine start.

SOLUTION: A torque command value for a motor 1 from the start of an engine 2 or the motor 1 until its reaching a specified rotating speed determined beforehand, and a rotation command value for the motor 1 after the finish of torque control are computed. And the torque command value and the rotating speed command value are switched over on the basis of a detected rotating speed, and the motor 1 is driven on the basis of a selected torque command value or rotating speed command value. Consequently, it becomes possible to suppress vibration to be generated at the time of an engine start, by giving torque which cancels torque pulsation in a rotation range where torque pulsation is generated. On the other hand, it is possible to enhance the operability when running condition by the motor is shifted to that by the internal combustion engine, by quickening increase of the rotating speed of the engine at the time of its



COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-115911

(P2000-115911A)

(43)公開日 平成12年4月21日(2000.4.21)

(51)Int.Cl.
B 60 L 11/14
F 02 D 29/02

識別記号

F I
B 60 L 11/14
F 02 D 29/02

テマコード(参考)
3 G 0 9 3
D 5 H 1 1 5

3 2 1

29/06

3 2 1 B

29/06

D

審査請求 未請求 請求項の数 7 O.L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平10-280629
(22)出願日 平成10年10月2日(1998.10.2)

(71)出願人 000003997
日産自動車株式会社
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(72)発明者 北島 康彦
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内
(72)発明者 糸山 浩之
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内
(74)代理人 100075513
弁理士 後藤 政喜 (外1名)

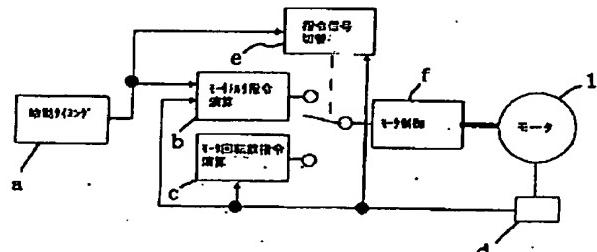
最終頁に続く

(54)【発明の名称】ハイブリッド車両の制御装置

(57)【要約】

【課題】ハイブリッド車両においてエンジン始動時にモータを最適制御することにより速やかな始動と振動低減を両立させる。

【解決手段】始動および発電のためのモータとエンジンとを相互に駆動可能に連結したハイブリッド車両において、エンジン始動条件を検出する始動条件検出装置と、エンジン回転数を検出する回転検出装置と、モータのトルクと回転数を制御する制御装置とを備え、前記制御装置をエンジン始動時に所期の回転域では振動トルクを相殺する方向にトルク制御し、前記以外の回転域では回転数制御とすることにより振動を抑制しつつ速やかな始動性を得る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】相互に駆動可能に内燃機関と回転電機とを連結した動力装置を車両の駆動系統に接続可能に配置したハイブリッド車両において、

内燃機関の始動条件を検出する始動条件検出装置と、内燃機関の回転数を検出する機関回転検出装置と、回転電機のトルクと回転数を制御する制御装置とを備え、

前記制御装置を機関始動時に所期の回転域ではトルク制御を行い、前記以外の回転域では回転数制御を行うように構成したハイブリッド車両の制御装置。

【請求項2】制御装置は始動後所期の機関回転数に達するまでの回転数域ではトルク制御を行い、以後は回転数制御を行うように構成したことを特徴とする請求項1に記載のハイブリッド車両の制御装置。

【請求項3】トルク制御は、始動後経過時間に応じて定まる基本トルク値に、機関クランク角に応じて定まる回転振動抑制トルクを加えて生成したトルク指令値に基づいて行うことを特徴とする請求項1または請求項2の何れかに記載のハイブリッド車両の制御装置。

【請求項4】回転振動抑制トルクは、エンジンマウント系の共振周波数近傍では機関トルク変動分を相殺する値とし、前記以外の周波数域では所定の最小値とすることを特徴とする請求項3に記載のハイブリッド車両の制御装置。

【請求項5】前記機関トルク分を相殺する値は、機関冷却水温を含む運転状態に応じて設定するように構成したことを特徴とする請求項4に記載のハイブリッド車両の制御装置。

【請求項6】前記最小値として0を設定することを特徴とする請求項4に記載のハイブリッド車両の制御装置。

【請求項7】制御装置は、回転数制御開始時の初期回転数として、トルク制御終了時の回転数を設定し、以後所定の最終目標回転数へと漸次変化させるように構成されていることを特徴とする請求項1に記載のハイブリッド車両の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はハイブリッド車両の制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術と解決すべき課題】原動機として内燃機関と電動機とを併有し、いずれか一方または双方の駆動力により走行するようにしたハイブリッド車両が知られている（例えば、鉄道日本社発行「自動車工学」VOL.46 N o.7 1997年6月号 39~52頁参照）。

【0003】このようないわゆるバラレル方式のハイブリッド車両では、基本的に比較的負荷の小さい運転域では電動機のみで走行し、負荷が増大すると内燃機関を起動して所要の駆動力を確保し、必要に応じて電動機と内

燃機関を併用することにより最大の駆動力を発揮させられるようになっている。

【0004】ところで、電動機のみによる走行状態から内燃機関を使用する運転状態へと移行するときには速やかに機関を始動させる必要があるが、この始動時の機関回転数の上昇を早めようとすると機関のポンピング作用や動弁系統の摩擦によるトルク変動の影響により不快な振動が発生しやすくなるという問題がある。始動時の回転上昇を遅くすれば振動は軽減されるが、それだけ機関に要求される回転数および出力が得られるまでに時間を要することになるので内燃機関による走行への滑らかな移行が難しくなってしまう。

【0005】本発明はこのような問題点に着目してなされたもので、内燃機関に連結した始動・発電用の回転電機を機関始動時にはトルク制御し、その後回転制御へと切り換えることにより前記問題点を解消することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、相互に駆動可能に内燃機関と回転電機とを連結した動力装置を車両の駆動系統に接続可能に配置したハイブリッド車両において、内燃機関の始動条件を検出する始動条件検出装置と、内燃機関の回転数を検出する機関回転検出装置と、回転電機のトルクと回転数を制御する制御装置とを備え、前記制御装置を機関始動時に所期の回転域ではトルク制御を行い、前記以外の回転域では回転数制御を行うように構成した。

【0007】請求項2の発明は、上記制御装置を、始動後所期の機関回転数に達するまでの回転数域ではトルク制御を行い、以後は回転数制御を行うように構成した。

【0008】請求項3の発明は、上記各発明のトルク制御を、始動後経過時間に応じて定まる基本トルク値に、機関クランク角に応じて定まる回転振動抑制トルクを加えて生成したトルク指令値に基づいて行うものとした。

【0009】請求項4の発明は、上記請求項3の発明の回転振動抑制トルクを、エンジンマウント系の共振周波数近傍では機関トルク変動分を相殺する値とし、前記以外の周波数域では所定の最小値とするようにした。

【0010】請求項5の発明は、上記請求項4の発明の機関トルク分を相殺する値を、機関冷却水温を含む運転状態に応じて設定するように構成した。

【0011】請求項6の発明は、上記請求項4の発明における回転振動抑制トルクの最小値として0を設定するものとした。

【0012】請求項7の発明は、上記請求項1の発明の制御装置を、回転数制御開始時の初期回転数として、トルク制御終了時の回転数を設定し、以後所定の最終目標回転数へと漸次変化させるように構成した。

【0013】

【作用・効果】機関始動時の主たる振動発生要因は機関

のポンピング作用と動弁系の周期的摩擦作用による脈動的なトルク変動であり、その特性や振動発生回転域は実験等により予め知ることができる。したがって、上記請求項1以下の各発明のように、機関始動中の所定の回転域で回転電機のトルク制御を行うものとすれば、トルク脈動が発生する回転域で当該脈動を相殺するトルクを付与して機開始動時の振動発生を抑制することができる。一方、前記トルク制御回転域以外では回転数制御を行うので、機開始動時の回転数の上昇ないしは始動後の目標回転数への収束を速やかにして電動機から内燃機関による走行状態へと移行するときの運転性を良好にすることができる。

【0014】回転電機のトルク制御は機開始動中の振動発生回転域でのみ行えば足りるが、請求項2の発明のように始動の当初からトルク制御を行い、振動の発生しない所定の回転数に達してから回転数制御に移行するようとしてもよく、これにより制御を単純化することができる。

【0015】請求項3の発明によれば、始動後経過時間に応じて定まる基本トルク値に、機関クランク角に応じて定まる回転振動抑制トルクを加えて生成したトルク指令値に基づいてトルク制御を行うので、機関の始動に必要なトルクを滑らかに立ち上げつつ必要な部分で振動抑制トルクを付与してより円滑で速やかな機開始動が可能となる。

【0016】請求項4の発明によれば、上記請求項3の発明の回転振動抑制トルクを、エンジンマウント系の共振周波数近傍では機関トルク変動分を相殺する値とし、前記以外の周波数域では所定の最小値、例えば請求項6の発明のようにゼロとするようにしたので、機関トルク変動を相殺する回転域以外での制御トルク量を減じて回転電機の駆動電力消費を必要最小限に抑えることができる。

【0017】請求項5の発明によれば、上記請求項4の発明の機関トルク分を相殺する値を、機関冷却水温を含む運転状態に応じて設定する。車両運行中の機開始動時は通常は暖機完了後のいわゆるホットスタートとなるので始動時の振動特性は安定しているが、機関の内部摩擦に起因する振動は温度や気圧に影響をされる。したがって本発明のようにこれらの運転状態に応じてトルク相殺分を設定することにより、例えば冷間始動時など異なる運転条件下での始動時においても振動低減効果を確保することができる。

【0018】請求項7の発明によれば、上記請求項1の発明の制御装置を、回転数制御開始時の初期回転数として、トルク制御終了時の回転数を設定し、以後所定の最終目標回転数へと漸次変化させるように構成したので、トルク制御から回転数制御へ移行したときの目標回転数との差を滑らかに減少させて、急激な回転数変化に伴うショックの発生を回避することができる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。まず図1～図2に本願発明が適用可能なハイブリッド車両の構成例を示す。これらはいずれも走行条件に応じてエンジン（内燃機関）または電動モータの何れか一方または双方の動力を用いて走行するパラレル方式のハイブリッド車両である。

【0020】図1において、太い実線は機械力の伝達経路を示し、太い破線は電力線を示す。また、細い実線は制御線を示し、二重線は油圧系統を示す。この車両のパワートレインは、モータ1（本発明の回転電機）、エンジン2、クラッチ3、モータ4、無段変速機5、減速装置6、差動装置7および駆動輪8から構成される。モータ1の出力軸、エンジン2の出力軸およびクラッチ3の入力軸は互いに連結されており、また、クラッチ3の出力軸、モータ4の出力軸および無段変速機5の入力軸は互いに連結されている。

【0021】クラッチ3締結時はエンジン2とモータ4が車両の推進源となり、クラッチ3解放時はモータ4のみが車両の推進源となる。エンジン2またはモータ4の駆動力は、無段変速機5、減速装置6および差動装置7を介して駆動輪8へ伝達される。無段変速機5には油圧装置9から油圧が供給され、ベルトのクランプと潤滑がなされる。油圧装置9のオイルポンプ（図示せず）はモータ10により駆動される。

【0022】モータ1は主としてエンジン始動と発電に用いられ、モータ4は主として車両の推進（力行）と制動に用いられる。また、モータ10は油圧装置9のオイルポンプ駆動用である。また、クラッチ3締結時に、モータ1を車両の推進と制動に用いることもでき、モータ4をエンジン始動や発電に用いることもできる。クラッチ3はパワークラッチであり、伝達トルクを調節することができる。無段変速機5はベルト式やトロイダル式などの無段変速機であり、変速比を無段階に調節することができる。

【0023】モータ1、4、10はそれぞれ、インバータ11、12、13により駆動される。なお、モータ1、4、10に直流電動モータを用いる場合には、インバータの代わりにDC/DCコンバータを用いる。インバータ11～13は共通のDCリンク14を介してメインバッテリ15に接続されており、メインバッテリ15の直流充電電力を交流電力に変換してモータ1、4、10へ供給するとともに、モータ1、4の交流発電電力を直流電力に変換してメインバッテリ15を充電する。なお、インバータ11～13は互いにDCリンク14を介して接続されているので、回生運転中のモータにより発電された電力をメインバッテリ15を介さずに直接、力行運転中のモータへ供給することができる。メインバッテリ15には、リチウム・イオン電池、ニッケル・水素電池、鉛電池などの各種電池や、電機二重層キャパシタ

40

40

50

一いわゆるパワーキャバシターが適用される。

【0024】16は本発明の制御装置の機能を備えたコントローラであり、マイクロコンピュータとその周辺部品や各種アクチュエータなどを備え、クラッチ3の伝達トルク、モータ1、4、10の回転数や出力トルク、無段変速機5の変速比、エンジン2の燃料噴射量・噴射時期、点火時期などを制御する。

【0025】コントローラ16には、図2に示すように、キースイッチ20、セレクトレバースイッチ21、アクセルペダルセンサ22、ブレーキスイッチ23、車速センサ24、バッテリ温度センサ25、バッテリSOC検出装置26、エンジン回転数センサ（本発明の機関回転検出装置）27、スロットル開度センサ28が接続される。キースイッチ20は、車両のキーがON位置またはSTART位置に設定されると閉路する（以下、スイッチの閉路をオンまたはON、開路をオフまたはOFFと呼ぶ）。セレクトレバースイッチ21は、パーキングP、ニュートラルN、リバースRおよびドライブDの何れかのレンジに切り換えるセレクトレバー（図示せず）の設定位置に応じて、P、N、R、Dのいずれかのスイッチがオンする。

【0026】アクセルペダルセンサ22はアクセルペダルの踏み込み量を検出し、ブレーキスイッチ23はブレーキペダルの踏み込み状態（この時、スイッチオン）を検出する。車速センサ24は車両の走行速度を検出し、バッテリ温度センサ25はメインバッテリ15の温度を検出する。また、バッテリSOC検出装置26はメインバッテリ15の実容量の代表値であるSOC（State of Charge）を検出する。さらに、エンジン回転数センサ27はエンジン2の回転数を検出し、スロットル開度センサ28はエンジン2のスロットルバルブ開度を検出する。

【0027】コントローラ16にはまた、エンジン2の燃料噴射装置30、点火装置31、可変動弁装置32などが接続される。コントローラ16は、燃料噴射装置30を制御してエンジン2への燃料の供給と停止および燃料噴射量・噴射時期を調節するとともに、点火装置31を駆動してエンジン2の点火時期制御を行う。また、コントローラ16は可変動弁装置32を制御してエンジン2の吸・排気弁の作動状態を調節する。なお、コントローラ16には低圧の補助バッテリ33から電源が供給される。

【0028】以上は本発明が適用可能なハイブリッド車両の基本的な構成例を示したものであり、本発明ではこうしたハイブリッド車両においてエンジン始動時にモータ1を最適制御することにより始動時の振動低減を実現することを目的としている。以下にこのためのコントローラ16の機能構成および制御内容の実施形態につき図3以下の各図面を参照しながら説明する。

【0029】図3はコントローラ16のモータ1の始動

時制御に関する部分の構成概念を機能ブロックとして示したもの、図4はこのモータ制御による制御特性の概略を示したものである。図4に示したようにこの制御では始動の当初はトルク制御を行い、ある回転数に達して以後は回転数制御を行うようにしている。

【0030】図3において、aは始動タイミング検出部でありエンジン始動時を検出する。これは、ハイブリッド車両の走行制御の過程でエンジンの始動が必要になった時に始動指令を発するので、この指令に基づいて始動を開始する。bはエンジン2（図1参照）またはモータ1が始動当初から予め定めた所定の回転数に達するまでのあいだのモータ1に対するトルク指令値を演算するトルク指令演算部、cは回転数が前記所定値に達してトルク指令演算部bによるトルク制御が終了して以後のモータ1に対する回転数指令値を演算する回転数指令演算部である。dはモータ1の回転数を検出する回転数検出装置、eは前記検出回転数に基づきトルク指令値と回転数指令値とを切り換える指令切換部である。モータ1とエンジン2とは特定の回転数比で連動するように連結されているので、前記回転数検出装置dとしては図2に示したエンジン回転センサを用いることができる。fはモータ1に駆動電流を供給するモータ制御部であり、前記指令切換部eにより選択されたトルク指令値または回転数指令値に基づいてモータ1を駆動する。

【0031】次に、上記モータ制御の詳細について図5に示した流れ図に沿って説明する。この制御ではまずエンジンの始動が必要な条件かどうかを検出し、始動条件でないときは処理を終了し、始動条件であればエンジン回転数Neを検出する（ステップ501～503）。次にエンジン回転数Neが回転数制御への切換回転数No以上であるか否かを判定する（ステップ504）。始動の当初はNe < Noであるから、ステップ505以下のトルク制御の流れに移行する。

【0032】トルク制御では、基本出力トルクTa、回転振動抑制トルクTb、このTbに対する補償係数Kt（ただしKt ≤ 1）をそれぞれ演算する（ステップ505～507）。基本出力トルクTaはエンジンの始動ランキングに必要な基本トルクを確保するためのものであり、例えば図6に示したように始動開始時からの経過時間にしたがって増大するような特性で与えられる。回転振動抑制トルクTbは既述したようにエンジンのポンピング作用や動弁系の摩擦抵抗に起因してエンジン主軸上に現れる脈動的なトルク変動を相殺するためのものであり、この相殺に必要なトルク特性は予め実験により決定され、図7に示したような特性で与えられる。補償係数Ktは図8に例示したように設定されており、これは前記回転振動抑制トルクTbを振動が発生する特定の回転域、例えばエンジンマウントの共振周波数域の近傍でのみ付与することによりモータ駆動電力を最小限に抑えるようにするためのものである。最終的なトルク指令値

⁷
S_tは前記回転振動抑制トルクT_bに補償係数K_tを乗じたものを基本出力トルクT_aに重畠して得られ、この指令値S_tを出力してモータ1を駆動するという制御を繰り返す（ステップ508、509）。これにより、エンジン始動の過程で生じる不快な振動を効果的に減殺することができる。

【0033】一方、上記トルク制御の過程でエンジン回転数が切換回転数N_oを超えると、ステップ504での判断に基づき、ステップ510以下の回転数制御の流れに切り替わる。切換回転数N_oとしては、基本的にはエンジン始動の過程で不快な振動が発生しない回転数域の下限値付近の値が設定される。この回転数制御では、まずモータ1の制御を回転数制御に切り換えるためにそのときの運転状態に応じて目標回転数N_tを演算し、このN_tに対応する回転数指令値S_nを演算する（ステップ510、511）。次にエンジン回転数N_eを前記目標回転数N_tと比較し、N_eがN_tよりも大のあいだは前記指令値S_nから所定の漸減分d_Sを減じたものを指令値S_nとして設定して出力する（ステップ512、513、514）。N_eがN_tとなったときにはステップ511にて演算したS_nをそのまま出力する。この制御の繰り返しにより、モータ1はトルク制御終了時点でのエンジン回転数を初期値として、前記漸減分d_Sに相当する量だけ目標値N_tに向かって次第に回転数を減らすように回転数制御される。この回転数制御は、トルク制御が必要な回転域を超過してのちただちに開始され、これによりエンジン始動時の回転数の上昇を速めて、エンジンによる走行へと円滑に移行させることができる。

【0034】図9～図11は上記制御による実験結果である。これはエンジンのスロットルを全開にして回転数を0～700 rpmに変化させたときの回転数とエンジン振動（上下加速度）の関係を、粘性補償と脈動補正の有無に応じて示したものである。粘性補償とは主として動弁系等の摩擦抵抗を考慮したトルク補正を、脈動補正とは主としてポンピング作用を考慮したトルク補正をそれぞれ意味している。図9は各補正を施した本願実施形態の効果、図10は脈動補正のみを施した場合、図11は粘性補償のみを施した場合である。図9と図10との比較から、粘性補償により回転指令値に対し始動直後の回転数追従性が改善されていることがわかる。また、図9と図11との比較から、脈動補償により回転脈動と振

動が十分に軽減されていることがわかる。

【図面の簡単な説明】

【図1】～

【図2】本発明が適用可能なハイブリッド車両の構成例を示す概略構成図。

【図3】本発明の制御装置の一実施形態の構成概念を示す機能プロック図。

【図4】上記実施形態によるモータ制御特性の概略を示す特性線図。

10 【図5】上記実施形態による制御動作内容を示す流れ図。

【図6】上記実施形態における基本出力トルクの制御特性を示す特性線図。

【図7】同じく回転振動抑制トルクの制御特性を示す特性線図。

【図8】上記回転振動抑制トルクに対する補償係数の特性線図。

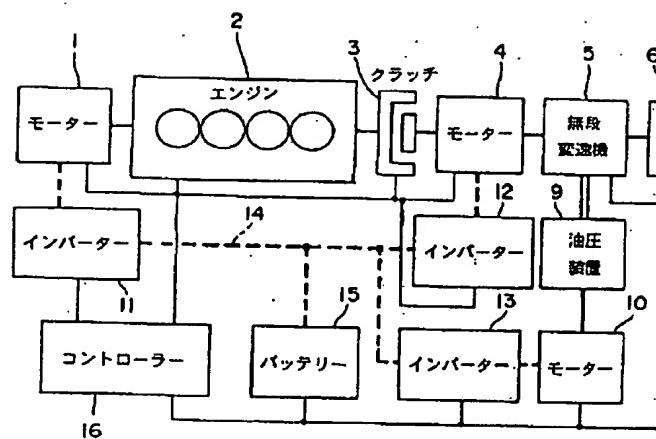
【図9】～

20 【図11】実施形態による効果を説明するための振動特性線図。

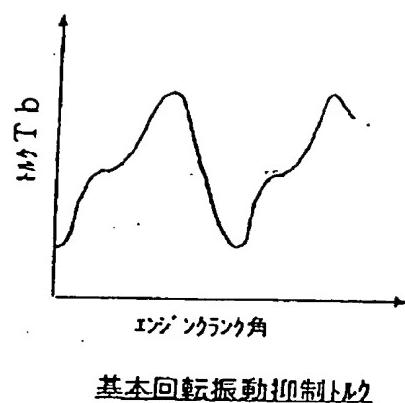
【符号の説明】

1	モータ（回転電機）
2	エンジン（内燃機関）
3	クラッチ
4	モータ
5	無段変速機
9	油圧装置
10	油圧発生用モータ
15	バッテリ
30	コントローラ（コントローラ）
16	キースイッチ
20	セレクトレバースイッチ
21	アクセルペダルセンサ
22	ブレーキスイッチ
23	車速センサ
24	バッテリ温度センサ
25	バッテリSOC検出装置
26	エンジン回転数センサ（機関回転検出装置）
27	スロットル開度センサ
28	水温センサ
40	41
35	圧力センサ

【図1】



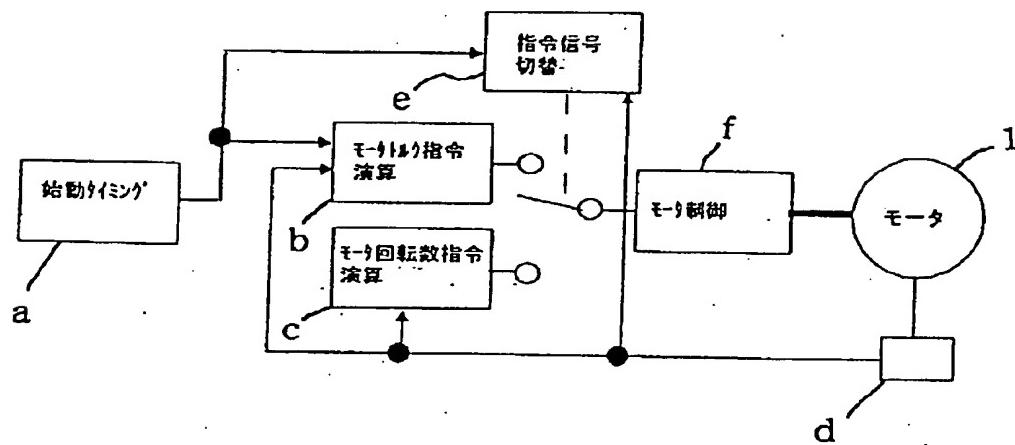
【図7】



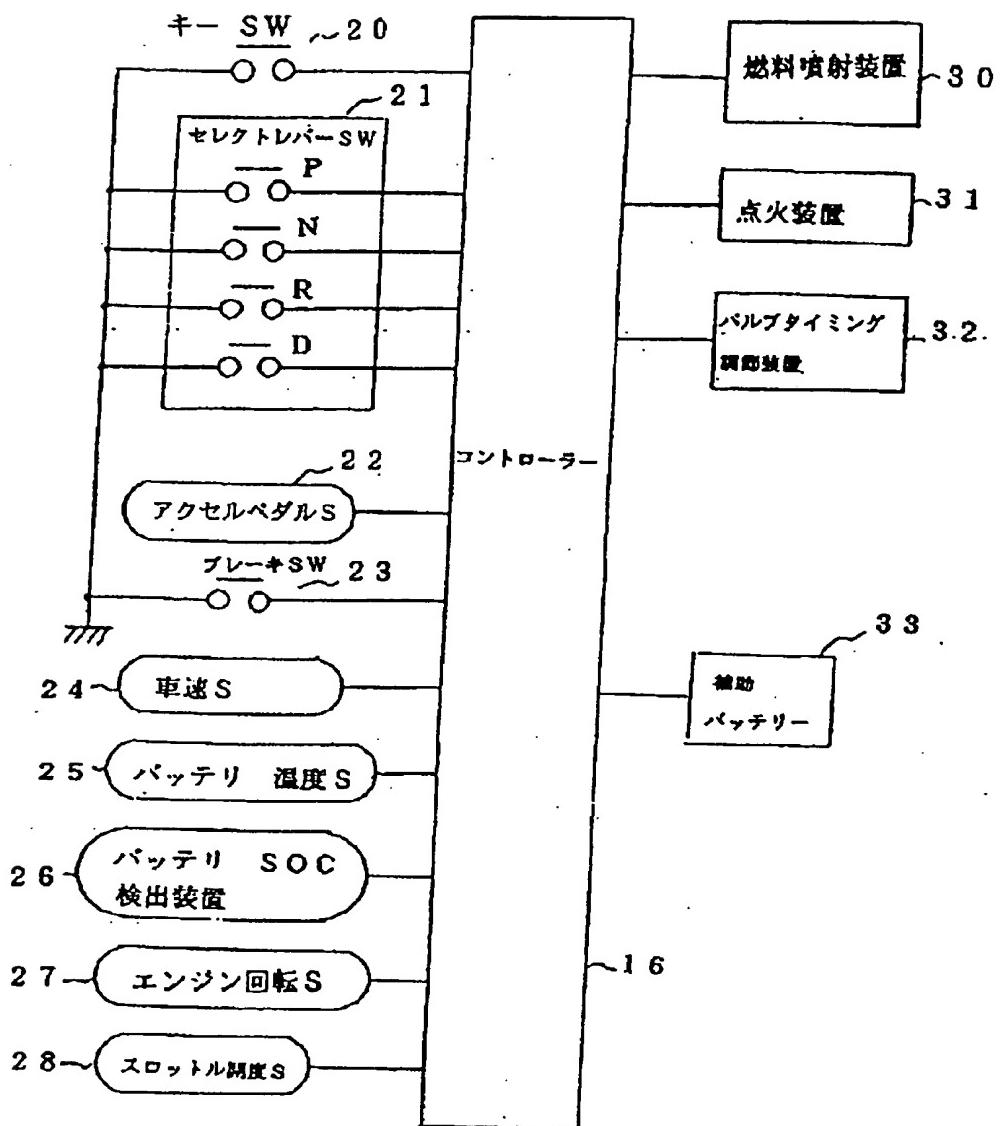
基本回転振動抑制トルク

— 機械力伝達経路
- - - 電力線
— 制御線
— 油圧系統

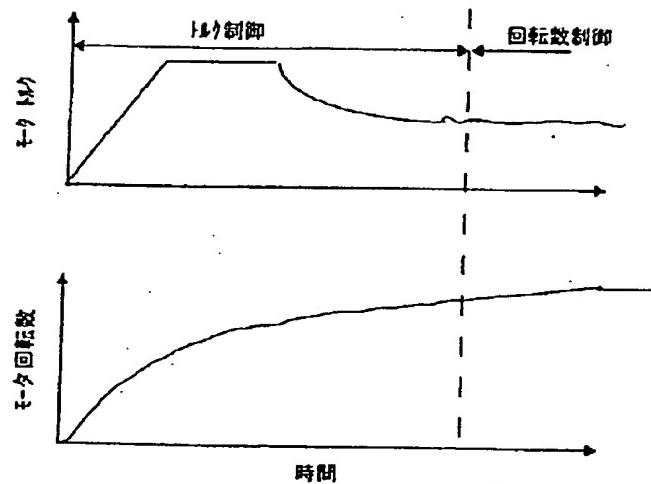
【図3】



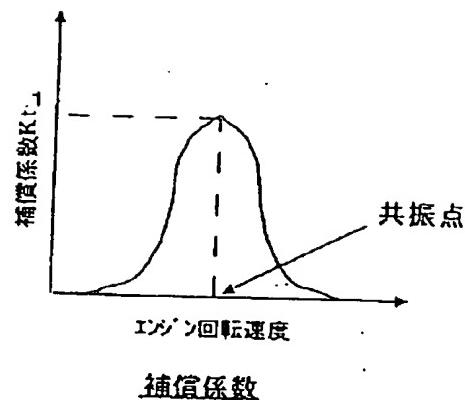
[図2]



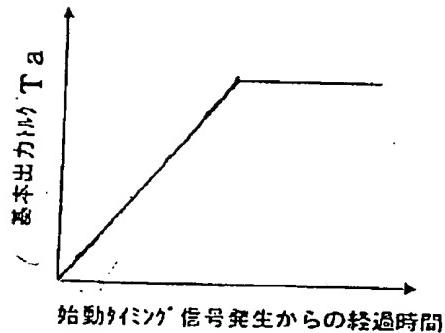
【図4】



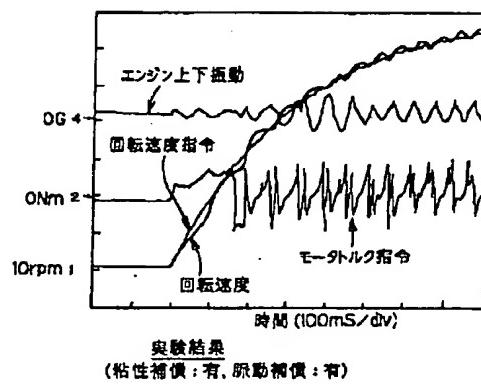
【図8】



【図6】

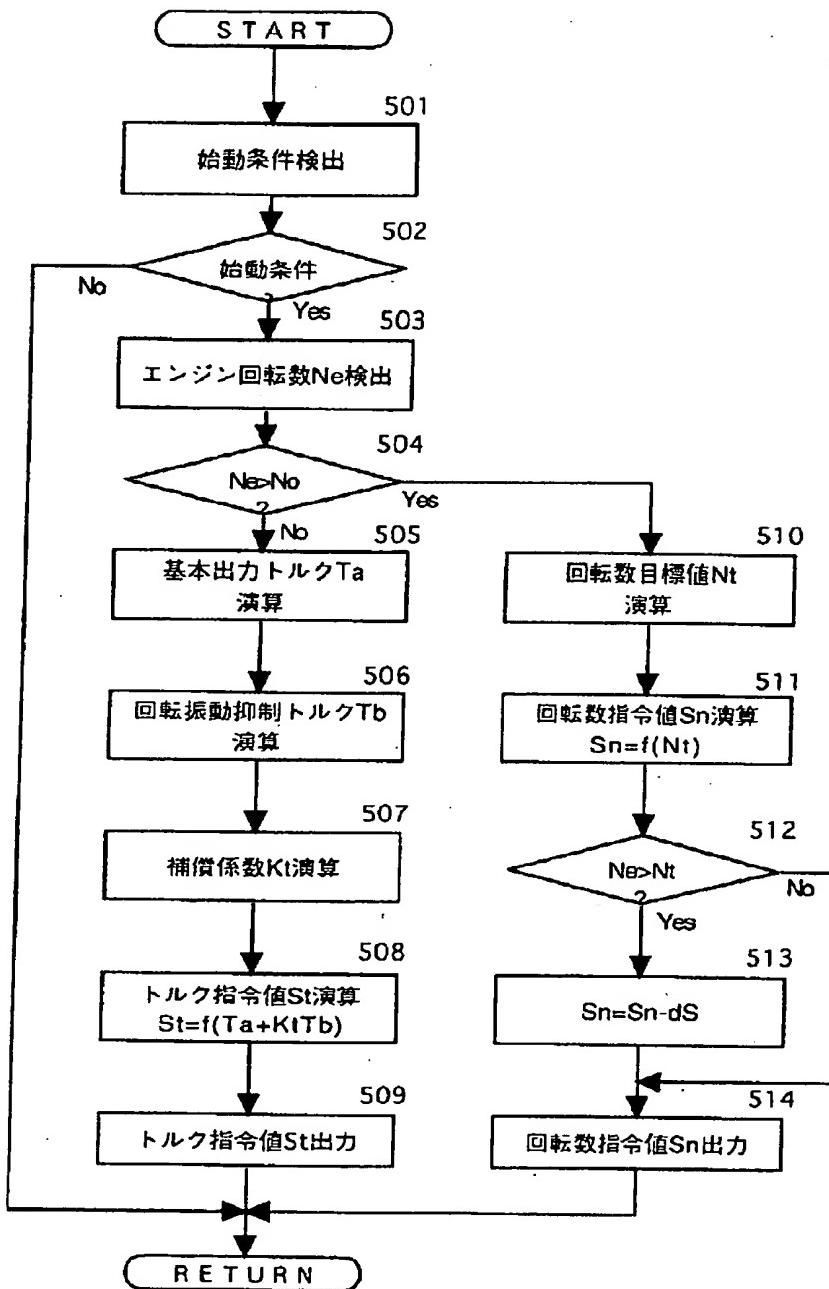
基本出力トルク

【図9】

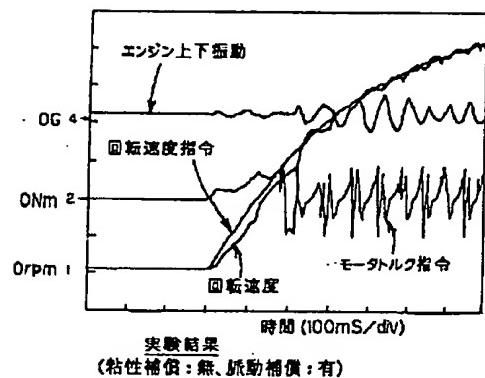


実験結果
(粘性補償: 有、駆動補償: 有)

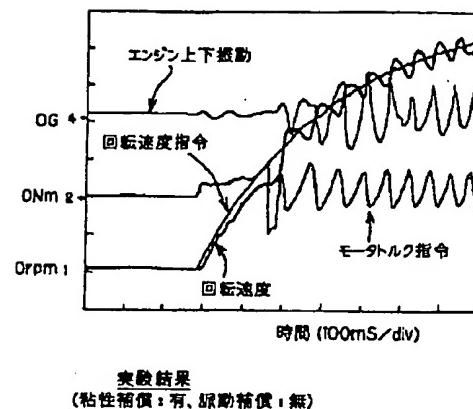
【図5】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 出口 欣高
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

F ターム(参考) 3G093 AA06 AA07 AA16 BA02 BA33
CA01 DA01 DA05 DB23 E800
FA11 FB03 FB05
SH115 PG04 PI15 PI16 PI29 PO17
PU02 PU08 PU22 PU24 PU25
PU29 PV02 PV10 QN02 RB08
RE05 SE04 SE05 SE08 TB01
TE01 TE02 TE03 TI01 T005
T021 T023